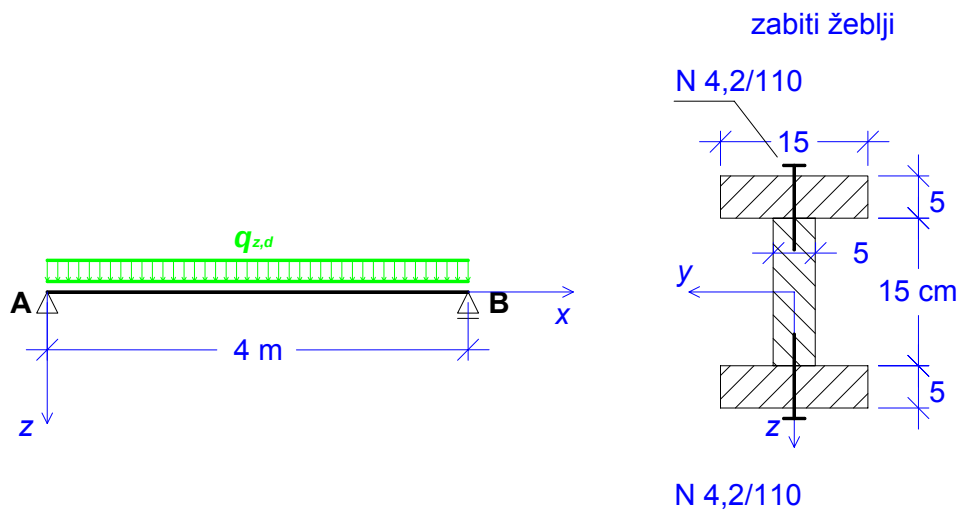


8.2 UPOGIBNO OBREMENJEN SESTAVLJEN PREREZ

8.2.1 Zasnova



Obravnavamo primer sestavljenega elementa obteženega s prečno zvezno obtežbo q . Podane so vse dimenzije elementa. Naredite kontrolo normalnih in strižnih napetosti, kontrolo nosilnosti veznih sredstev in kontrolo povesa.

Podatki:

- Obtežba (samo koristna, lastno težo zanemarim) $q_{z,d} = 2,9 \text{ kN/m}$ (MSN $\Rightarrow \gamma_q = 1,50$)
- vezno sredstvo zabiti žebli N 4,2/110, razdalja med žebli $s_{dej} = 4 \text{ cm}$
- vrsta lesa C30, obtežna kombinacija: srednje dolgotrajna, $k_{mod} = 0,80$
- rač. trdnost lesa pri upogibu
$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{3,000}{1,3} = 1,846 \text{ kN / cm}^2$$
- rač. trdnost lesa pri strigu
$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{0,300}{1,3} = 0,185 \text{ kN / cm}^2$$
- rač. trdnost lesa v tlaku
$$f_{c,o,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{2,300}{1,3} = 1,415 \text{ kN / cm}^2$$
- rač. trdnost lesa v nategu
$$f_{t,o,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{1,800}{1,3} = 1,108 \text{ kN / cm}^2$$
- elastični modul lesa $E_{0,mean} = 1200 \text{ kN/cm}^2$
- gostota lesa $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$

8.2.2 Izračun notranjih statičnih količin

$$M_{y,max,d} = \frac{q_{z,d} \cdot L^2}{8} = 5,80 \text{ kNm} \qquad V_{z,max,d} = \frac{q_{z,d} \cdot L}{2} = 5,80 \text{ kN}$$

8.2.3 Kontrola upogibnih in tlačnih oziroma nateznih napetosti

- *pogoj tlačnih oziroma nateznih napetosti v težiščih podprerezov*

$$\sigma_i = \frac{\gamma_i \cdot E_i \cdot a_i \cdot M_{y,max,d}}{(EI)_{ef}} \leq \begin{cases} f_{c,0,d} \\ f_{t,0,d} \end{cases}$$

- *pogoj napetosti na robovih podprerezov*

$$\sigma_{m,i} = \frac{0,5_i \cdot h_i \cdot E_i \cdot M_{y,max,d}}{(EI)_{ef}} \qquad \sigma_i + \sigma_{m,i} \leq f_{m,d}$$

Opomba: "i" teče od 1 do 3

- izračun podajnosti veznih sredstev γ_i za "i" = 1 in 3, $\gamma_2 = 1$

MSU:

$$\gamma_1 = \gamma_3 = \left(1 + \frac{\pi^2 \cdot E_{0,mean,1(3)} \cdot A_{1(3)} \cdot s_{1(3)}}{k_{ser,1(3)} \cdot I_u^2} \right)^{-1}$$

$$\gamma_1 = \gamma_3 = \left(1 + \frac{\pi^2 \cdot 1200 \cdot 75 \cdot 4}{9,339 \cdot 400^2} \right)^{-1} = 0,296$$

$$k_{ser,1} = k_{ser,3} = \frac{\rho_k^{1,5} \cdot d^{0,8}}{25} = \frac{380^{1,5} \cdot 4,2^{0,8}}{25} = 933,9 \frac{N}{mm}$$

MSN:

$$k_{u,1} = k_{u,3} = \frac{2}{3} k_{ser,1} = \frac{2}{3} k_{ser,3}$$

$$\gamma_1 = \gamma_3 = \left(1 + \frac{\pi^2 \cdot 1200 \cdot 75 \cdot 4}{\frac{2}{3} \cdot 9,339 \cdot 400^2} \right)^{-1} = 0,219$$

- izračun $(EI)_{ef}$ (MSU)

$$(EI)_{ef} = \sum_{i=1}^3 (E_i I_i + \gamma_i \cdot E_i \cdot A_i \cdot a_i^2) = 7390500 \text{ kNcm}^2$$

izračun $(EI)_{ef}$ (MSN)

$$(EI)_{ef} = \sum_{i=1}^3 (E_i I_i + \gamma_i \cdot E_i \cdot A_i \cdot a_i^2) = 6004500 \text{ kNcm}^2$$

- I_i - vztrajnostni momenti posameznih elementov
- γ_i - podajnost veznih sredstev (MSU, MSN)
- A_i - površina posameznega elementa v prerezu
- a_i - oddaljenost težišča elementa od skupnega težišča prereza
- E_i - $E_{0,mean}$

- izračun napetosti

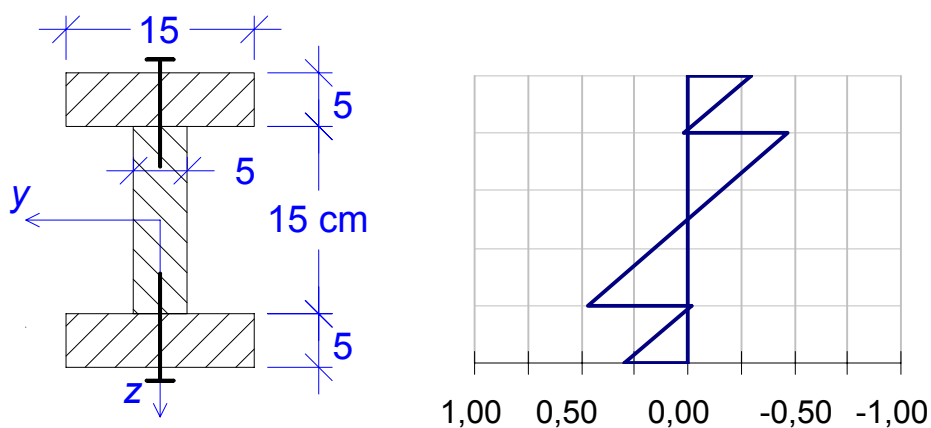
$$\frac{\sigma_1}{f_{c,0,d}} = -0,18 \quad \frac{\sigma_2}{f_{c,0,d}} = 0 \quad \frac{\sigma_3}{f_{t,0,d}} = 0,23$$

$$\frac{\sigma_1 + \sigma_{m,1}}{f_{m,d}} = -0,29 \quad \frac{\sigma_1 - \sigma_{m,1}}{f_{m,d}} = 0,02$$

$$\frac{\sigma_2 + \sigma_{m,2}}{f_{m,d}} = -0,47 \quad \frac{\sigma_2 - \sigma_{m,2}}{f_{m,d}} = 0,47$$

$$\frac{\sigma_3 + \sigma_{m,3}}{f_{m,d}} = -0,02 \quad \frac{\sigma_3 - \sigma_{m,3}}{f_{m,d}} = 0,29$$

- prikaz poteka normiranih napetosti po prerezu



Izbran sestavljen prerez ustreza kontroli napetosti po prerezu.

8.2.4 Kontrola strižnih napetosti

$$\tau_{2,\max} = \frac{(\gamma_3 \cdot E_3 \cdot A_3 \cdot a_3 + 0,5 \cdot E_2 \cdot b_2 \cdot h^2) \cdot V}{b_2 \cdot (EI)_{ef}} \leq f_{v,d}$$

V ... prečna sila, v našem primeru $V_{z,\max,d}$

h ... oddaljenost skupnega težišča oziroma y osi od spodnjega roba dela 2 ($h=15/2=7,5$ cm).

$$\tau_{2,\max} = \frac{(0,219 \cdot 1200 \cdot 75 \cdot 10 + 0,5 \cdot 1200 \cdot 5 \cdot 7,5^2) \cdot 5,80}{5 \cdot 6004500} \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{2,\max} = 0,071 \frac{kN}{cm^2} \leq f_{v,d} = 0,185 \frac{kN}{cm^2}$$

Izbran sestavljen prerez ustreza kontroli strižnih napetosti.

8.2.5 Kontrola nosilnosti veznih sredstev

$$F_{1,d} = F_{3,d} = \frac{\gamma_{1(3)} \cdot E_{1(3)} \cdot A_{1(3)} \cdot a_{1(3)} \cdot s_{1(3)} \cdot V_{z,\max,d}}{(EI)_{ef}} = 762N \leq R_{1(3),d}$$

Izbrana vezna sredstva in njihov razmak ustrezajo kontroli.

8.2.6 Kontrola povesa (MSU $\Rightarrow \gamma_q = 1,0$)

– obtežba je sestavljena iz koristne obtežbe

$$q_{z,d} = \frac{2,9}{1,50} = 1,93 \frac{kN}{m}$$

- izračun povesa

$$f_{inst} = \frac{5 \cdot q_{z,d} \cdot L^4}{384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_{ef}} = \frac{5 \cdot 1,93 \cdot 400^4}{384 \cdot 7390500 \cdot 100} = 0,87cm$$

$$f_{inst} = 0,87cm \leq f_{inst,dov} = \frac{L}{300} = \frac{400}{300} = 1,33cm$$

$$f_{fin} = f_{inst} \cdot (1 + k_{def}^M) = 0,87 \cdot (1 + 0,25) = 1,09cm \leq f_{fin,dov} = \frac{L}{200} = \frac{400}{200} = 2,0cm$$

Izbrani sestavljen prerez ustreza vsem predpisanim pogojem.